Aus der Abteilung für Zahnerhaltungskunde
(Abteilungsleiter: Prof. Dr. A. Kröncke)
des Zahnärztlichen Instituts der Universität Tübingen
(Direktor: Prof. Dr. Dr. E. Fröhlich)

Oberflächenhistologische Untersuchungen über Perikymatien

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Gerd Lauer
aus Radolfzell

1964

7803

Aus der Abteilung für Zahnerhaltungskunde
(Abteilungsleiter: Prof. Dr. A. Kröncke)
des Zahnärztlichen Instituts der Universität Tübingen
(Direktor: Prof. Dr. Dr. E. Fröhlich)

Oberflächenhistologische Untersuchungen über Perikymatien

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Gerd Lauer
aus Radolfzell
1964

BIBLIOTHEK

Dekan: Prof.Dr.H.Harms
I.Berichterstatter: Prof.Dr.A.Kröncke
II.Berichterstatter: Prof.Dr.Dr.E.Fröhlich

Meinen Eltern

Meiner Tante

Inhaltsübersicht

I. Einleitung und Problemstellung.

II. Literaturübersicht.

III. Material und Methodik.
- A. Material
- B. Methodik

IV. Ergebnisse.
- A. Das Oberflächenrelief der Zahnkrone.
- B. Zusammenhänge zwischen Perikymatien und R E T Z I U S'Streifen.
- C. Gesamtzahl der Perikymatien im Verhältnis zur Kronenlänge und Mineralisationsdauer der Krone.

V. Diskussion der Ergebnisse.

VI. Zusammenfassung.

VII. Literaturverzeichnis.

I.Einleitung und Problemstellung.

Auf den ersten Blick erweckt die Oberfläche einer Zahnkrone einen glatten,blankpolierten Eindruck.Wenn wir uns jedoch bemühen,diese bei seitlich auffallendem Licht genauer zu betrachten,so bemerken wir horizontal um die Krone herum verlaufende Ringe,die eine gewisse Ähnlichkeit mit den Papillarleisten der Fingerbeere aufweisen.

Bereits A.R E T Z I U S beschrieb diese wellenförmigen Ringe im Jahre 1837 sehr genau; P R E I S W E R K nannte sie später Perikymatien und beschrieb sie als Schmelzwülstchen,die am Zahnhals dicht,okklusalwärts weiter auseinander liegen und konzentrisch in Form von Ringen um die Krone herum verlaufen.Die einzelnen Perikymatien sind durch Wellentäler voneinander getrennt,in welche die grösstenteils freiendenden,sogenannten R E T Z I U S'Streifen einmünden,die schalenförmig um den Dentinkern herum verlaufen.Die R E T Z I U S' Streifen und damit die Perikymatien sollen Ausdruck rhythmischer Variationen während der Verkalkung sein.

Diese Arbeit soll weiteren Aufschluss über die Oberflächenform der Krone,speziell der Perikymatien,geben.Es soll ausserdem festgestellt werden,ob und welche Zusammenhänge zwischen Perikymatien und R E T Z I U S'Streifen,ferner zwischen der Gesamtzahl der Perikymatien und der Länge und Mineralisationszeit der Krone bestehen.

II. Literaturübersicht.

Von L E E U W E N H O E K (1687) entdeckt, beschrieb im Jahre 1837 A. R E T Z I U S die wellenförmigen Ringe auf der Zahnoberfläche im Zusammenhang mit den R E T Z I U S'Streifen sehr genau. P R E I S W E R K (1895) nannte sie Perikymatien, Schmelzwülstchen, die horizontal in Form von Ringen um die Zahnkrone herum verlaufen, am Zahnhals dicht und mit okklusalwärts grösser werdenden Abständen. In die zwischen den Perikymatien gelegenen Wellentäler münden die im Schliff sichtbaren R E T Z I U S'Streifen, die als minder mineralisierte Zonen, schalenförmig um den Dentinkern herum verlaufend, beschrieben werden. P I C K E R I L L untersuchte 1923 das Oberflächenrelief der Krone und benutzte zur Darstellung der Perikymatien Graphit, das er in die Oberfläche einrieb, wonach er mittels eines weichen Gummis die exponierten Stellen wieder säuberte. Er führte diese Untersuchungen mit auffallendem Licht durch und fand am Zahnhals Abstände von 0,01 mm, dagegen auf der Mitte der labialen Zahnfläche 0,1 mm zwischen den einzelnen Perikymatien. Im Jahre 1940 wurde dann von W O L F die Adhäsionsreliefmethode (auch Replica-Methode genannt) entwikkelt, die wesentliche Fortschritte auf dem Gebiet der Oberflächenuntersuchungen herbeiführte. Er ging von der Tatsache aus, dass bei auffallendem Licht durch Reflektion und Streuung der in den Schmelz eindringenden Lichtstrahlen das Oberflächenrelief vernebelt wird. Daher beschritt er den Weg über Oberflächenabdrücke mittels Zelloidin, die Untersuchungen bei durchfallendem Licht gestatteten. Es zeigte sich nun, dass die Perikymatien keine Wellen, sondern ziegelförmig von apical nach incisal sich deckende Schichten darstellen, deren Ränder

unregelmässig und gezähnt erscheinen.Die Perikymatien des Zahnhalses sind meist glatt,im mittleren Drittel ist der nach okklusal gelegene Teil der einzelnen Perikymatien glatter,in ihrem nach apical gerichteten Abschnitt jedoch,in den Wellentälern,treten immer stärker kleine Vertiefungen hervor,die den Querschnitten der Schmelzprismen entsprechen, sodass eine regelrechte Wabenstruktur auf der Oberfläche entsteht.M E Y E R beschrieb 1950 die Perikymatien als zirkulär um den Zahn verlaufende Mulden,in welche die grösstenteils freiendenden R E T Z I U S'Streifen münden.Er erklärt sie als Folge rhythmisch variierender Mineralisation. S C O T T bezeichnete 1952 ebenfalls die zirkulär um den Zahn verlaufenden,parallel zur Schmelz-Zementgrenze gerichteten Furchen als Perikymatien und fand am Zahnhals 30 pro mm, wobei diese Anzahl incisalwärts bis auf 10 pro mm zurückging.Auch A.G. G U S T A F S O N bezeichnete 1959 die Mulden zwischen den Wellenbergen als Perikymatien und erklärte ihre Entstehung im Gegensatz zu M E Y E R mit Abkrümmung und Kompression der Schmelzprismen an diesen Stellen.Nach P A N T K E (1960) weisen die Perikymatien auf den einzelnen Kronenabschnitten keine einheitliche Verteilung,Gestalt und Oberfläche auf.Im apicalen Drittel erscheinen sie dichtgelagert,dachziegelförmig angeordnet und mehr glatt,im okklusalen Drittel mehr wellenförmig und breiter,wobei ihre Oberfläche kleine Vertiefungen aufweist,die den Querschnitten der Schmelzprismen entsprechen.Im mittleren Drittel gehen diese Formen allmählich ineinander über.Er wie alle anderen Autoren betrachtet die Perikymatien als äussere Manifestation der R E T Z I U S'Streifen.Die von M A N N E R B E R G (1960)angestellten Untersuchungen zeigten,dass das Oberflächenrelief der Zahnkrone mit zunehmendem Alter vor allem

durch den Gebrauch der Zahnbürste schwindet,wobei auch Remineralisationsvorgänge aus dem Speichel eine Rolle spielen. H E U S E R unterschied 1961 nach Gestalt und Verlauf zwischen regulären und irregulären Perikymatien,wobei solche als regulär bezeichnet werden,welche im Prinzip geradlinig und parallel zueinander verlaufen.Sie sollen auf der Labialfläche wellenförmig und parallel zur Schmelz-Zementgrenze, auf der Approximalfläche nach cervical konvex verlaufen.An den Schneide-und Eckzähnen soll im Gegensatz zu den Praemolaren und Molaren eine Unterbrechung ihres Verlaufs zustande kommen,wobei sie approximal oft senkrecht auf die Schmelz-Zementgrenze auftreffen.Bei den Molaren dagegen soll dies nicht der Fall sein,die Perikymatien sollen vielmehr parallel zur Schmelz-Zementgrenze verlaufen.Zusammen mit P A N T K E stellte er bei Untersuchungen an jungsteinzeitlichen Zähnen ausserdem fest,dass in Bezug auf ihre Anzahl - cervical 29,4 pro mm,mittleres Drittel 16,1 pro mm, okklusales Drittel 10,5 pro mm - keine Unterschiede zwischen damals und heute bestehen.

III. Material und Methodik.

A. Material.

Aus den Untersuchungen Mannerbergs ist bekannt, dass das Oberflächenrelief der Krone und damit die Perikymatien mit zunehmendem Alter schwinden, vor allem an den Stellen, an denen die Krone durch Zahnbürste und Kautätigkeit stark beansprucht wird. Es war daher nicht zu umgehen, neben operativ entfernten, retinierten Zähnen auf extrahierte, jugendliche Zähne zurückzugreifen, die noch nicht allzu lange den oben erwähnten abradierenden Einflüssen ausgesetzt waren. Dies sollte gewährleisten, die Perikymatien von der Schmelz-Zementgrenze bis zur Höckerspitze in ihrer Gesamtheit erkennen und zahlenmässig erfassen zu können. Aber auch bei dem nach diesen Gesichtspunkten ausgewählten Zahnmaterial traten Schwierigkeiten vor allem im Bereich des okklusalen Kronendrittels auf. Diese konnten jedoch durch mehrmalige Abdrucknahme an verschiedenen Stellen des Zahnes und durch wiederholtes Auszählen überwunden werden.

Zu den Untersuchungen über das Oberflächenrelief der Zahnkrone und die Gesamtzahl der Perikymatien wurden verwendet:

12 operativ entfernte, retinierte Zähne, deren Herkunft bekannt ist, und die in den folgenden Tabellen besonders gekennzeichnet sind.

52 frühzeitig extrahierte, bleibende Zähne.

Unabhängig davon setzt sich die Gesamtzahl der 64 untersuchten Zähne wie folgt zusammen:

Eckzähne	12
1. Praemolaren	20
2. Praemolaren	8
1. Molaren	11
2. Molaren	6
3. Molaren	7
	64

B.Methodik.

Um möglichst exakte Ergebnisse über Verlauf,Gestalt,Oberfläche,Verteilung und Anzahl der Perikymatien zu erhalten,wurde die Replica-Methode angewandt.Dieses Verfahren wurde 1940 von W O L F entwickelt,wobei er Zelloidin,in Azeton gelöst,zu Oberflächenabdrücken verwendete.Diese Methode wurde vor allem durch H E U S E R und P A N T K E weiterentwickelt und verbessert.Für die vorliegende Arbeit wurde die 0,03 mm dicke Nitrozellulose-Folie Triafol (Bayer-Leverkusen) verwendet,die einseitig durch Methylacetat angelöst wird und ebenfalls genaue Abdrücke der Zahnoberfläche liefert.Diese Folie besitzt den Vorteil einer grösseren Reissfestigkeit und leichteren Abhebbarkeit,was für das Gelingen von komplizierten Abdrücken von Bedeutung ist.

Vor der Abdrucknahme wird die zu untersuchende Fläche gesäubert und getrocknet.Nachdem diese möglichst waagerecht in Plastillin fixiert worden ist,wird ein Tropfen Methylacetat aufgebracht,und ein nicht zu breiter Streifen Triafol mit der glänzenden Seite nach oben ohne Druck aufgelegt.Dabei wird eine Stelle der der Zahnoberfläche zugekehrten,matten Seite der Folie angelöst und diese damit in ihrer Lage fixiert.Das Aufbringen der Folie muss rasch erfolgen,da das Methylacetat von der gekrümmten Fläche abläuft und ausserdem schnell verdunstet.Sofort anschliessend wird das Präparat so gekippt,dass ein weiterer Tropfen Methylacetat von der Seite her unter die Folie gebracht werden kann,welche sich dann meist von selbst der gesamten Fläche anlegt.Luftblasen können zum Teil durch einmaliges,kurzes Andrücken der Folie mit einem trockenen Schaumgummischwamm verhindert werden,solange sie noch nicht durchweicht ist.Die Breite der Folie sollte 3-4 mm nicht über-

schreiten,da sonst die Spannungen,die beim Anlegen auf die verschieden stark gekrümmte Oberfläche entstehen,so stark werden,dass es zu einer störenden Faltenbildung kommt.Die Folie sollte ausserdem über die abzubildende Kronenfläche hinausreichen;nach apical,um einen Teil der Wurzelfläche und damit die Schmelz-Zementgrenze deutlich abzubilden,nach okklusal,um die Folie leicht fassen und ohne Einreissen abziehen zu können.Das selbständige Anlegen der Folie an die Oberfläche wird erleichtert,wenn man sich ihre Wölbung zunutze macht,die sie durch die Lieferung in aufgerolltem Zustand erfahren hat. Nach 4-5 Minuten ist die Folie völlig trocken und kann von incisal nach cervical leicht abgezogen werden.Mit der glänzenden Seite nach oben wird sie auf einen Objektträger gebracht und mit einem Deckglas fixiert.Wir betrachten diesen Abdruck nun unter dem Mikroskop bei 128 facher Vergrösserung und schräg einfallendem Licht,welches die Perikymatien sowie das gesamte Oberflächenrelief plastisch hervortreten lässt. Unter dem Mikroskop wird das Präparat so orientiert,dass die Schmelz-Zementgrenze im Gesichtsfeld oben liegt.Das Auszählen erfolgt unter ständigem Verschieben des Präparats von cervical nach incisal.

Um die Zusammenhänge zwischen R E T Z I U S'Streifen und Perikymatien darstellen zu können,wurde in einer Weise verfahren, die auch schon P A N T K E beschrieben hat.Nach dem Durchschneiden des zu untersuchenden Zahnes von oral nach vestibulär wird die Zahnoberfläche,vor allem im Bereich des Überganges zur Schnittfläche,sorgfältig mit Klebewachs abgedeckt. Die Schnittfläche wird jetzt 2-3 Minuten lang mit Elektro Korundt,Din 2000 (Naxos-Frankfurt),mit etwas Wasser gemischt auf einer Glasplatte vollkommen eben geschliffen.Nachdem der

Schliff unter fliessendem Wasser gesäubert wurde,wird er etwa 3 Minuten lang mit Schlämmkreide poliert.Nach erneuter sorgfältiger Reinigung des Schliffs wird die polierte Fläche mit 1n HCL 20 sec.lang angeätzt.Vorversuche hatten ergeben,dass bei längerer Anätzzeit zwar die Schmelzstruktur noch deutlicher hervortritt,die R E T Z I U S'Streifen aber verschwinden.Kürzeres Anätzen lässt dagegen die Strukturen nicht deutlich genug erkennen.Die Säure wird sofort danach unter fliessendem Wasser entfernt.Mit Chloroform wird die Zahnoberfläche gründlich gesäubert,um alle Wachsspuren zu beseitigen.Der Zahn wird nun mit möglichst waagerechter Schliffläche in Plastillin fixiert.Zur Abdrucknahme wird ein Triafol-Streifen verwendet,der nicht breiter als 2 mm sein sollte,da bei zu breiter Folie durch die Zahnkrümmung gerade an der Ecke Falten gebildet werden,die den Abdruck unbrauchbar machen.Ein Tropfen Methylacetat wird auf die angeätzte Schliffläche aufgebracht, die eine Hälfte der Folie zunächst hier aufgelegt und der noch freie Teil der Folie sofort mit einem Schaumgummischwamm kurz über die Ecke auf die Zahnoberfläche angedrückt.Dabei fliesst genügend Flüssigkeit über die Kante ab,um auch diesen Folienteil anzulösen.Ein zweites Andrücken ist nicht ratsam, denn es kann den schmalen,rasch angelösten Streifen bereits zerstören.Nach 4-5 Minuten wird die Folie vorsichtig abgezogen,da an der Ecke verständlicherweise Rissgefahr besteht. Sie wird unter einem Deckglas ausgebreitet und kann nun unter dem Mikroskop bei schräg einfallendem Licht betrachtet werden.

IV. Ergebnisse.

Die folgenden Abbildungen 1,3,4,und 5 zeigen typische Perikymatien des cervicalen,mittleren und okklusalen Drittels der Zahnkrone;es handelt sich also um in der Regel vorkommende Bilder,wie sie bei den Untersuchungen an 12 Eckzähnen,28 Praemolaren und 24 Molaren immer wieder in Erscheinung traten.

A. Das Oberflächenrelief der Zahnkrone.

Die einzelnen Kronenabschnitte zeigen keine einheitliche Gestalt,Verteilung und Oberfläche der Perikymatien.Es sind vielmehr typische Unterschiede vorhanden,die durch Photographien erläutert werden sollen.

Schon die Schmelz-Zementgrenze zeigt starke Variationen in ihrem Verlauf.Seltener findet man einen geradlinig verlaufenden Übergang vom Wurzelzement zur Kronenoberfläche wie in Abb.1.Der Normalfall zeigt einen mehr oder weniger stark ausgeprägten buchtenreichen Verlauf.In extremen Fällen sieht man keilförmige Einziehungen,Zementinseln im Schmelz oder einen ausgefranzten Rand wie in Abb.2.An allen Zähnen,wo solche Buchten oder Einziehungen zu finden sind,erfahren die ersten Perikymatien beim Auftreffen auf die Schmelz-Zementgrenze eine Unterbrechung.Sie werden erst dann zirkulär verfolgbar,wenn sie aus deren unmittelbaren Bereich herauskommen.

Die Perikymatien des cervicalen Drittels sind als von apical nach incisal sich überdeckende,dachziegelartige Formationen anzutreffen(Abb.1).Den regulären Perikymatien,die hier zu sehen sind und die im Prinzip parallel zueinander und geradlinig verlaufen,stellt H E U S E R die irregulären Perikymatien gegenüber(Abb.3).Diese waren an Eckzähnen häufiger anzutreffen als bei Praemolaren und Molaren,d.h. 5 der 12 Eck-

zähne zeigten irreguläre Perikymatien,während nur bei 2 der 28 Praemolaren und bei 3 der 24 Molaren ein irregulärer Verlauf der Perikymatien festgestellt wurde.

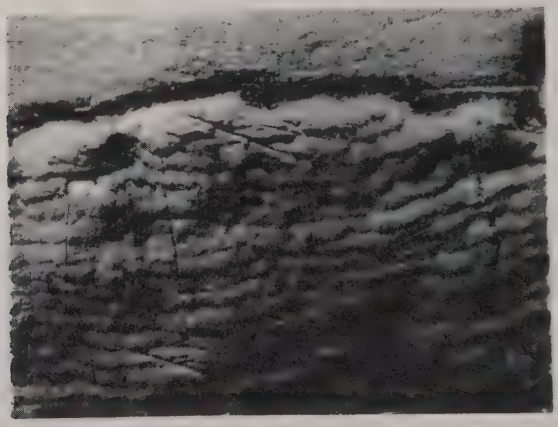

Abb.1.Geradliniger Verlauf der SZ-Grenze,reguläre Perikymatien am Zahnhals eines $\bar{6}$ mit relativ glatter Oberfläche.Vergr.128 fach.

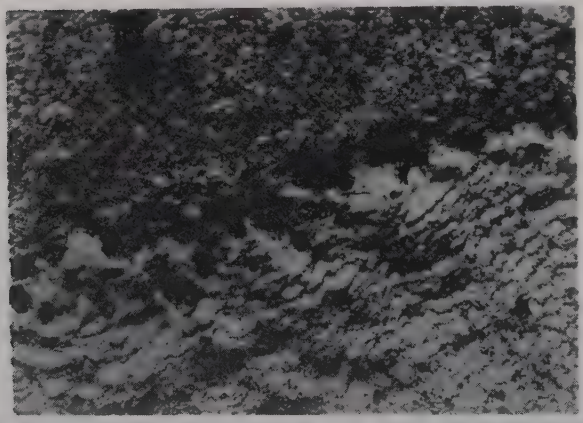

Abb.2.Unregelmässiger Verlauf der SZ-Grenze eines $\bar{7}$.Vergr.128 fach.

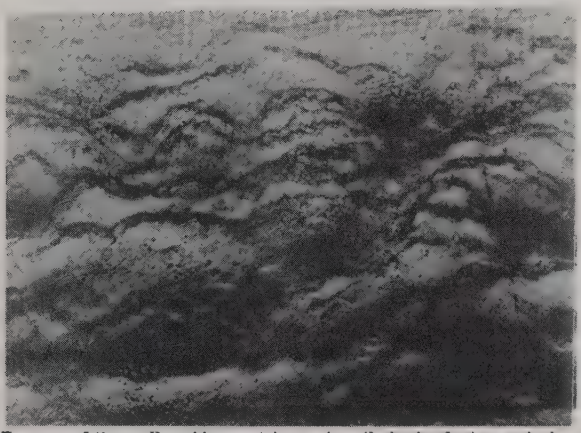

Abb.3. Irreguläre Perikymatien im Zahnhalsbereich eines 3. Vergr.128 fach.

Im okklusalen Drittel der Krone wird das Bild durch den breiten, wellenförmigen Verlauf der Perikymatien beherrscht (Abb.5). Im mittleren Kronendrittel erfolgt ein allmählicher Übergang der sich typisch unterscheidenden Erscheinungsformen vom Zahnhals zum incisalen Bereich (Abb.4).

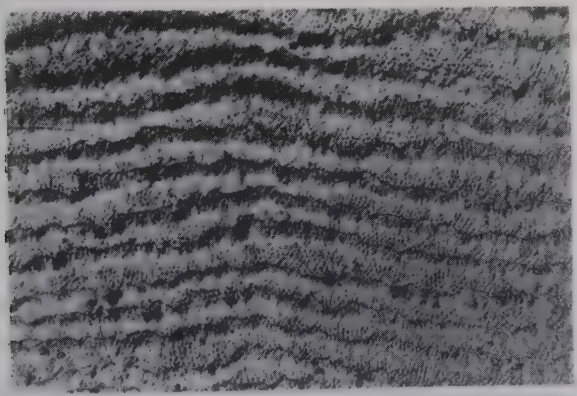

Abb.4. Perikymatien des mittleren Kronendrittels. Wabenstruktur in den Wellentälern, glattere Oberfläche auf den Wellenbergen bei 4. Vergr.128 fach.

Die durchschnittliche Anzahl der Perikymatien pro Millimeter wird am Zahnhals mit 29,4/mm,im mittleren Drittel mit 16,1/mm, im okklusalen Drittel mit 10,5/mm angegeben (H E U S E R , P A N T K E).Dieser Rückgang der Anzahl erfolgt jedoch vom Zahnhals zum mittleren Drittel hin nach unseren Beobachtungen in den meisten Fällen nicht regelmässig.Von einer bestimmten Stelle an werden die Perikymatien plötzlich breiter,wobei jetzt auch die Wabenstruktur der Oberfläche erkennbar wird. An einigen Fällen konnte beobachtet werden,dass eine einzelne,überdurchschnittlich breite Perikymatie eine Art Grenze zwischen den beiden Dritteln bildete.Der Übergang vom mittleren zum okklusalen Drittel erfolgt dagegen in der Regel kontinuierlich.

Auch die Oberflächenstruktur der drei Regionen zeigt charakteristische Unterschiede.Die Perikymatien des Zahnhalses weisen eine relativ glatte Oberfläche auf.Im mittleren Drittel treten vor allem in den Wellentälern kleine Vertiefungen auf, die den freiendenden Schmelzprismen entsprechen.Die Wellenberge zeigen eine noch ziemlich glatte Oberfläche.Im okklusalen Drittel tritt die durch die freiendenden Schmelzprismen entstehende Wabenstruktur in den Vordergrund.Die glatte Oberfläche ist mit individuellen Unterschieden hier nur noch stellenweise zu erkennen.An operativ entfernten,retinierten Zähnen sind diese glatten Stellen noch häufiger anzutreffen als bei Zähnen,die schon abradierenden Einflüssen in der Mundhöhle ausgesetzt waren.Sind die Perikymatien durch Abrasion verschwunden,was vor allem und zuerst im okklusalen Drittel geschieht,wird die Oberfläche wieder glatt,wobei jedoch die Wabenstruktur noch immer deutlich zu erkennen ist.

Abb.5. Okklusales Kronendrittel eines 6mit breiten wellenförmig verlaufenden Perikymatien. Stark ausgeprägte Wabenstruktur der Prismenenden, nur noch vereinzelte, glatte Stellen. Vergr. 128 fach.

B. Zusammenhänge zwischen Perikymatien und R E T Z I U S'Streifen.

10 Zähne, die auf ihrer Oberfläche stark ausgeprägte Perikymatien aufwiesen, wurden zur Klärung der Frage benutzt, ob deutliche Perikymatien ebenso gut sichtbare R E T Z I U S'Streifen vorraussetzen. Die hierbei verwendete Replica-Technik, von P A N T K E angegeben, wurde bereits im Kapitel Methodik ausführlich behandelt.

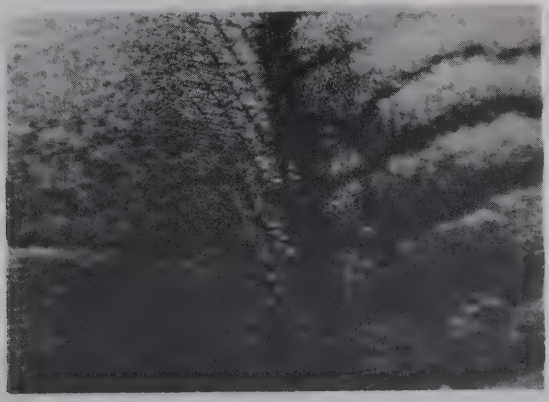

Abb.6. Die links auf der Schliffläche deutlich erkennbaren R E T Z I U S'Streifen laufen genau in die Wellentäler zwischen den einzelnen Perikymatien rechts im Bild. Vergr. 128 fach

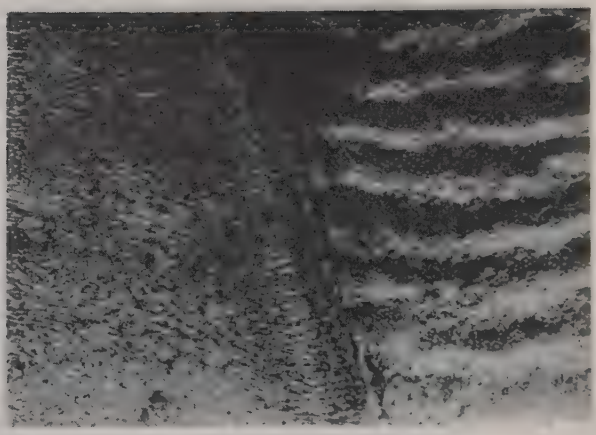

Abb.7.Deutlich erkennbare Perikymatien (rechts) mit kaum sichtbaren R E T Z I U S'Streifen auf der Schliffläche (links) Vergr.128 fach.

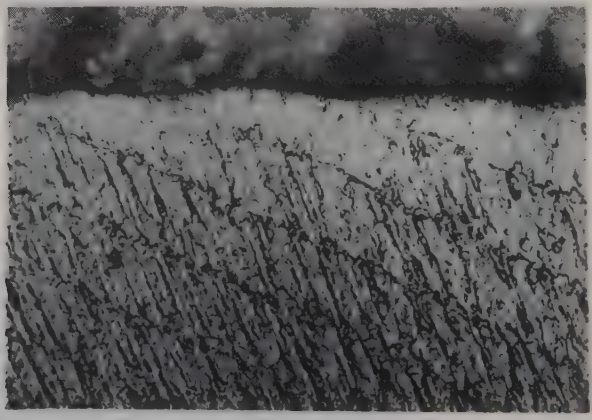

Abb.8.Abdruck einer Schliffläche.Die R E T Z I U S'-Streifen laufen direkt in die Wellentäler der am oberen Bildrand sichtbaren Perikymatien. Vergr.320 fach.

Von den 10 untersuchten Zähnen wiesen nur 3 die erwartet deutlichen R E T Z I U S'Streifen auf(Abb.6).5 Zähne zeigten auf der Schliffläche noch erkennbare,die restlichen 2 Zähne kaum noch sichtbare R E T Z I U S'Streifen,wie auf Abb.7 zu erkennen ist.

Stark ausgeprägte Perikymatien scheinen demnach keineswegs mit ebenso deutlichen R E T Z I U S'Streifen gepaart zu sein. Die Versuche zeigten weiter,dass die R E T Z I U S'Streifen hauptsächlich im Bereich der stärksten Zahnwölbung,weniger im okklusalen Drittel und gar nicht im cervicalen Bereich mit dieser Methode sichtbar gemacht werden können.Ebenso konnte erneut nachgewiesen werden,dass die R E T Z I U S'Streifen genau in die Wellentäler zwischen den einzelnen Perikymatien einmünden oder diese bilden.Dies ist auf Abb.6 und besonders deutlich auf Abb.8 zu erkennen.

C.Gesamtzahl der Perikymatien im Verhältnis zur Kronenlänge und Mineralisationsdauer der Krone.

Es wurden 64 Zähne untersucht,um festzustellen,ob und welche Zusammenhänge zwischen der Gesamtzahl der Perikymatien auf der Kronenoberfläche und der Kronenlänge bestehen.Dabei handelt es sich um 12 Eckzähne(Tabelle I),28 Praemolaren(Tabelle II) und 24 Molaren(Tabelle III).Diese drei Tabellen enthalten ausserdem die Nummer des betreffenden Präparats,die genaue Angabe des Zahnes und der Stellen,an denen die Messung vorgenommen wurde.Neben der Anzahl der Perikymatien und der Kronenlänge wird die rechnerisch gefundene durchschnittliche Anzahl der Perikymatien/mm angegeben.Die Zähne wurden ihrer Kronenlänge entsprechend in aufsteigender Reihenfolge eingeordnet.Die ihrer Herkunft nach bekannten Zähne sind mit Stern gekennzeichnet.

Präp. Nr.	+	Mess-punkte	Anzahl d.Perik.	Länge d. Krone(mm)	Anzahl d. Perik./mm
10	C	buc.	133	8,9	14,9
29	3*	buc.	164	9,8	16,7
2	3*	buc.	166	10,1	16,4
62	C	buc.	119	10,1	11,8
15	3	buc.	156	10,3	15,1
51	3	buc.	156	10,3	15,1
1	3*	buc.	163	10,4	15,7
23	3	buc.	184	10,8	17,0
19	C	buc.	170	10,9	15,6
28	C*	buc.	192	10,9	17,6
63	3	buc.	196	11,1	17,6
27	3*	buc.	186	11,4	16,3

Tabelle I:Gesamtzahl der Perikymatien,Kronenlänge und Anzahl der Perikymatien/mm bei 12 Eckzähnen.

Präp. Nr.	┼	Mess-punkte	Anzahl d.Perik.	Länge d. Krone(mm)	Anzahl d. Perik./mm
3a	4*	buc.	85	6,0	14,2
59	4	buc.	146	7,6	19,2
54	4	buc.	133	7,8	17,3
24a	4	ling.	95	7,8	12,2
61	4	buc.	130	7,9	16,4
21	4	buc.	120	8,0	15,0
18	4	buc.	116	8,2	14,1
47	4	buc.	115	8,2	14,0
50	4	buc.	126	8,3	15,2
60	4	buc.	132	8,5	15,5
53	4	buc.	164	8,6	19,1
55	4	buc.	169	8,6	19,6
56	4	buc.	125	8,7	14,4
57	4	buc.	112	8,7	12,9
13	4	buc.	135	8,9	15,1
16	4	buc.	134	9,2	14,6
48	4	buc.	136	9,2	14,8
20	4	buc.	126	9,3	13,5
58	4	buc.	124	9,3	13,3
52	4	buc.	163	9,5	17,1
5	5	dist.	92	7,1	12,9
4	5	dist.	87	7,5	11,6
25	5	buc.	145	7,6	19,1
14	5	buc.	146	8,2	17,8
64	5*	buc.	119	8,2	14,5
22	5	buc.	153	8,3	18,4
49	5	buc.	112	8,5	13,2
17	5	buc.	135	9,2	14,7

Tabelle II: Gesamtzahl der Perikymatien, Kronenlänge und Anzahl der Perikymatien/mm bei 20 1.Praemolaren und 8 2.Praemolaren

Präp. Nr.	┼	Mess-punkte	Anzahl d.Perik.	Länge d. Krone(mm)	Anzahl d. Perik./mm
30	$\underline{6}$	dist.	78	5,1	15,3
39	$\underline{6}$	palat.	74	5,2	14,2
43	$\overline{6}$	dist.	85	5,7	14,9
31	$\overline{6}$	mes.	76	5,9	12,9
34	$\underline{6}$	dist.	63	5,9	10,7
42	$\underline{6}$	buc.	82	6,6	12,4
41	$\overline{6}$	mes.	95	6,9	13,8
37	$\overline{6}$	dist.	88	7,2	12,2
6	$\overline{6}$*	buc.	118	7,3	16,0
44	$\overline{6}$	buc.	125	7,3	17,1
40	$\underline{6}$	palat.	82	7,5	10,9
46	$\overline{7}$	dist.	95	4,9	17,3
36	$\overline{7}$	ling.	49	5,4	9,1
35	$\underline{7}$	dist.	54	5,7	9,5
32	$\overline{7}$	buc.	141	7,8	18,2
38	$\underline{7}$	palat.	119	8,1	14,7
33	$\underline{7}$	palat.	105	8,4	12,5
26	$\overline{8}$*	ling.	60	4,5	13,3
7a	$\overline{8}$	buc.	80	4,8	16,7
8	$\overline{8}$	buc.	69	5,5	12,5
9	$\overline{8}$*	buc.	79	5,6	14,1
12a	$\overline{8}$*	buc.	81	5,9	14,0
45	$\underline{8}$	dist.	74	6,2	11,9
11a	$\overline{8}$*	buc.	121	6,5	18,6

Tabelle III: Gesamtzahl der Perikymatien, Kronenlänge und Anzahl der Perikymatien/mm bei 11 1.Molaren,
6 2.Molaren,
und 7 3.Molaren.

Die Tabelle IV bringt eine Zusammenfassung und Gegenüberstellung der aus den Tabellen I,II und III errechneten Durchschnittswerte für die Gesamtzahl der Perikymatien,ihrer Anzahl/mm und Kronenlänge.Zur Verdeutlichung der Streuung wurden jeweils die Höchst-und Tiefstwerte angegeben.

Zähne	Anzahl n =	Durchschn.Ges.-zahl d.Perik.		Durchschn.An-zahl d.Per./mm		Durchschn. Kronenl.(mm)	
33 / 33	12	165,4	119(Min) 196(Max)	15,8	11,8(Min) 17,6(Max)	10,4	8,9(Min) 11,4(Max)
44 / 44	20	129,3	95(Min) 169(Max)	15,4	12,2(Min) 19,6(Max)	8,5	6,0(Min) 9,5(Max)
55 / 55	8	123,3	87(Min) 153(Max)	15,3	11,6(Min) 19,1(Max)	8,1	7,1(Min) 9,2(Max)
66 / 66	11	87,8	63(Min) 125(Max)	13,7	10,7(Min) 17,1(Max)	6,4	5,1(Min) 7,5(Max)
77 / 77	6	90,4	49(Min) 141(Max)	13,5	9,1(Min) 18,2(Max)	6,7	4,9(Min) 8,4(Max)
88 / 88	7	80,6	60(Min) 121(Max)	14,4	11,9(Min) 18,6(Max)	5,7	4,5(Min) 6,5(Max)

Tabelle IV:Durchschnittswerte der Gesamtzahl der Perikymatien, ihrer Anzahl/mm und der Kronenlänge mit jeweiligem Max.und Min.

Die folgende Tabelle V stellt die durchschnittlichen Mineralisationszeiten der Kronen von Eckzähnen,Praemolaren und Molaren nach den Angaben von M E Y E R den vorliegenden Befunden und rechnerischen Ergebnissen gegenüber,um Anhaltspunkte für die Entwicklungsgeschwindigkeit der Perikymatien bei einzelnen Zahngruppen zu erhalten.

Zähne	Anzahl n =	A	B	C	D
33/43	12	5J.3M.	1,96	32,0	11,4
44/34	20	4,5J.	1,88	28,9	12,6
35/45	8	5J.	1,62	24,8	14,7
46/36	11	4J.	1,57	21,5	17,0
37/47	6	5,5J.	1,21	16,4	22,2
38/48	7	6J.	0,97	14,0	26,0

Tabelle V: Durchschnittswerte für Mineralisationszeit der Krone, Mineralisationszuwachs/Jahr und Entstehungszeit für eine Perikymatie.

Die unter A,B,C und D aufgeführten Zahlenwerte sind wie folgt zustandegekommen:

A: Durchschnittliche Mineralisationszeiten der Kronen von Eckzähnen, Praemolaren und Molaren, entnommen aus M E Y E R (Normale Histologie und Entwicklungsgeschichte der Zähne des Menschen)

B: In mm ausgedrückter Mineralisationszuwachs der Krone pro Jahr, errechnet aus durchschnittlicher Kronenlänge (vgl. Tabelle IV) und durchschnittlicher Mineralisationszeit.

C: Entstehende Perikymatien/Jahr, errechnet aus durchschnittlicher Anzahl der Perikymatien/mm (vgl. Tabelle IV) und den unter B angegebenen Werten.

D: In Tagen ausgedrückte Entstehungszeit für eine Perikymatie.

V. Diskussion der Ergebnisse.

Die aus den Oberflächenuntersuchungen an 12 Eckzähnen, 28 Praemolaren und 24 Molaren resultierenden Ergebnisse sollen hier kritisch betrachtet werden.

Die Schmelz-Zementgrenze im Zusammenhang mit Verlauf und Gestalt der Perikymatien.

Nach H E U S E R erfahren die Perikymatien, horizontal und konzentrisch um die Krone herum verlaufende Wellenlinien, an der Schulter der Schneide-und Eckzähne eine Unterbrechung, wobei sie oft senkrecht auf die Schmelz-Zementgrenze auftreffen. Bei den Praemolaren und Molaren dagegen sollen sie parallel zur Schmelz-Zementgrenze verlaufen und deshalb nicht unterbrochen werden. Aus den vorliegenden Ergebnissen geht hervor, dass alle Perikymatien im Prinzip parallel zur Querachse des Zahnes verlaufen und nicht etwa dem normalerweise buchtenreichen Verlauf der Schmelz-Zementgrenze folgen. Treffen sie auf ein Hindernis, das sich ihnen in Form einer Zementbucht entgegenstellt, so werden sie stets unterbrochen. Die Perikymatien folgen den Buchten oder Einziehungen der Schmelz-Zementgrenze erst in deren Randgebieten. Der dadurch hervorgerufene, wellenförmige Verlauf verflacht jedoch bald und verschwindet schliesslich ganz. Die aus einem parallelen Verlauf der Perikymatien heraus entstehende Wellenbildung auf der Zahnfläche steht also in keinem Zusammenhang mit dem Verlauf der Schmelz-Zementgrenze. Diese nach cervical oder incisal konvex auftretende Wellung könnte evtl. durch lokale Wachstumshemmung oder -beschleunigung während der Längenentwicklung des Zahnes zustande gekommen sein. Die Unregelmässigkeiten der Schmelz-Zementgrenze haben ferner keinen Einfluss auf das Entstehen eines regulären oder irregu-

oder irregulären Verlaufs der Perikymatien des Zahnhalses. Die Feststellung,dass diese irregulären Perikymatien an Eckzähnen häufiger zu finden waren,widerspricht den Ergebnissen der Untersuchungen von P E D E R S E N und S C O T T,wonach bei Molaren diese Verlaufsform vermehrt anzutreffen sei.Die Ursache für diesen scheinbaren Gegensatz mag darin zu suchen sein,dass ihnen ein wesentlich umfangreicheres Material,d.h.insgesamt 1107 Zähne zur Verfügung stand.

Zur Frage,ob die einzelnen Zahngruppen auf Grund ihrer Perikymatien zu unterscheiden sind,lässt sich nur sagen, dass die Molaren im Gegensatz zu den anderen Zahngruppen grösstenteils breitere und flachere Perikymatien im Zahnhalsgebiet aufweisen.Dies kann als einziges Unterscheidungsmerkmal dienen,denn auf der Zahnfläche verwischen sich die Unterschiede fast völlig.

Die unterschiedliche Oberflächenstruktur der einzelnen Kronenabschnitte.

Die für die Zahnhalsregion charakteristisch glatte Oberfläche der Perikymatien geht auf den oberen zwei Dritteln der Krone mehr und mehr verloren.An ihre Stelle tritt eine bienenwabenähnliche Struktur,die durch die freiendenden Schmelzprismen hervorgerufen wird.W O L F erklärte diese verschiedenartige Gestaltung der Zahnoberfläche mit einer unregelmässigen Verteilung der N A S M Y T H'schen Membran.Diese stellt die direkte Fortsetzung der Bildung interprismatischer Substanz dar,welche nach Verlöschen der Prismenbildung das Übergewicht gewinnt.Ihre unregelmässige Verteilung soll darauf zurückzuführen sein,dass gerade auf den Wellenbergen der einzelnen Perikymatien eine verlängerte Ameloblastentätigkeit bestehe,welche sich jedoch weniger auf die Prismenbildung als vielmehr auf die Ausbildung der N A S-

M Y T H'schen Membran beziehe.Diese stellt letzten Endes eine Verschmelzung der interprismatischen Kittleisten dar. In den Wellentälern verlöscht deren Tätigkeit früher und reicht nur dazu aus,erhöhte interprismatische Kittleisten zu bilden,die das Bild der Wabenstruktur hervorrufen(W O L F). P A N T K E erklärte diese unregelmässige Verteilung der N A S M Y T H'schen Membran mit dem unterschiedlichen Winkel, unter dem die R E T Z I U S'Streifen auf die Oberfläche treffen.Seiner Ansicht nach entstehen die R E T Z I U S'-Streifen durch herabgesetzte bzw.geänderte Aktivität der schmelzbildenden Zellen.Daher soll an den Stellen,wo die R E T Z I U S'Streifen einen Teil der Oberfläche ausmachen, wie das im okklusalen Drittel der Fall ist,auch eine unvollständige Bildung der N A S M Y T H'schen Membran zu finden sein.Bei einem Auftreffwinkel von ungefähr 15 Grad erstrekken sich die R E T Z I U S'Streifen hier weit auf die Perikymatien hinaus,während sie im cervicalen Drittel unter einem wesentlich steileren Winkel(etwa 40 Grad)die Oberfläche treffen.Sie verlaufen daher nicht auf der Oberfläche, sodass hier eine relativ gleichmässige Verteilung der N A S M Y T H'schen Membran zustande kommt.
Nach A.G. G U S T A F S O N entstehen die R E T Z I U S'-Streifen vorwiegend durch Abkrümmung der Schmelzprismen während ihrer Entwicklung,wie weiter unten noch ausführlicher behandelt wird.Bei ihrem Auftreffen auf die Oberfläche soll diese Abkrümmung eine glattere Oberfläche schaffen.Eine Kompression der Prismenabschnitte und das Schmelzoberhäutchen sollen ebenfalls daran beteiligt sein.

Die von W O L F vertretene Theorie erscheint nur für das mittlere Kronendrittel gerechtfertigt.Sie enthält

jedoch keine Erklärung für die ungleiche Verteilung der N A S M Y T H'schen Membran auf der gesamten Zahnoberfläche,für das glatte Aussehen der Perikymatien des Zahnhalses und das Überwiegen der Wabenstruktur im okklusalen Drittel. Die von G U S T A F S O N vertretene Ansicht mag sicher für einige Stellen der Oberfläche ihre Gültigkeit haben.Die Ursache für die charakteristischen Unterschiede in der Oberflächenstruktur der einzelnen Kronenabschnitte bleibt jedoch ungeklärt.Es geht nicht daraus hervor,weshalb vor allem im okklusalen Drittel die Wabenstruktur überwiegt,d.h. nahezu alle Schmelzprismen senkrecht auf die Oberfläche treffen,weshalb im mittleren Drittel glatte Flächen und Wabenstruktur sich in etwa die Waage halten,während am Zahnhals die glatte Fläche überwiegt.

Die glatte Oberflächenstruktur ist dort anzutreffen,wo die N A S M Y T H'sche Membran noch erhalten ist.Durch stärkeres Ansäuern der Oberfläche verschwinden die glatten Stellen und mit ihnen die Wabenstruktur,die durch die erhöhten, interprismatischen Kittleisten entsteht.Ausserdem sind bei stärkerer Vergrösserung unter der scheinbar glatten Oberfläche auch des Zahnhalses die Umrisse der freiendenden Schmelzprismen zu erkennen.Ferner spricht das gehäufte Auftreten solcher glatter Stellen im okklusalen Drittel bei operativ entfernten,retinierten Zähnen gegenüber extrahierten Zähnen für das Vorhandensein dieser Membran.Diese typische Verteilung der Reste der N A S M Y T H'schen Membran auf der Kronenoberfläche wurde bereits von P A N T K E beschrieben und erklärt.Die vorliegenden Befunde unterstützen diese Deutung.

Zusammenhänge zwischen R E T Z I U S'Streifen und Perikymatien.

Die Perikymatien werden von allen Autoren als äussere Manifestation der R E T Z I U S'Streifen angesehen.Über die Genese der R E T Z I U S'Streifen bestehen jedoch unterschiedliche Auffassungen.Die allgemeine Meinung besagt,dass sie durch rhythmische Mineralisationsänderungen zustande kommen. M E Y E R ist der Meinung,dass sie sich aus verstärkter Prismenquerstreifung und vermehrter interprismatischer Substanz zusammensetzen,entstanden durch rhythmisch variierende Aktivität der Ameloblasten in ihrer Gesamtheit. S C H M I D T und K E I L sprechen in ähnlicher Weise von periodischen Schwankungen im Kalkspiegel des Blutes.Sie fahren fort:"Nach neuerer Vorstellung sind die R E T Z I U S' Linien bereits in der Matrix ausgebildet und kennzeichnen deren schichtweises Wachstum;sie prägen sich aber erneut bei der Mineralisation aus,indem die Ablagerung der Krystallite im feineren durch die organische Grundlage bestimmt wird." Wahrscheinlich beziehen sich die Autoren mit dieser nicht näher belegten Äusserung auf die Untersuchungen und Schlussfolgerungen von A.G. G U S T A F S O N.Sie unterscheidet auf Grund ihrer polarisationsmikroskopischen Untersuchungen scharf zwischen den funktionellen R E T Z I U S'Streifen,die durch Abkrümmung der Schmelzprismen infolge Rhythmusänderung während der normalen Zahnentwicklung entstanden sind,und den pathologischen R E T Z I U S'Streifen.Letztere können entstehen durch Störungen bei der Bildung der organischen Matrix,durch Mineralisationsstörungen,infolge Anhäufung interprismatischer Substanz bei gleichzeitig verminderter Mineralisation und durch Verdünnung der Schmelzprismen infolge Hemmung der Ameloblastentätigkeit.Eine gewisse Neigung zu

diesen pathologischen Veränderungen sei im Verlauf der funktionellen R E T Z I U S'Streifen festzustellen.

Die hier vorliegenden Untersuchungen an Zähnen mit ausgeprägten Perikymatien zeigten in der Mehrzahl der Fälle nicht die erwartet deutlichen R E T Z I U S'Streifen.Dieses Ergebnis ist evtl.so zu erklären,dass sich mit der benutzten Replica-Technik und dem damit verbundenen Anätzen der Schliffläche lediglich die pathologischen,nicht aber die funktionellen R E T Z I U S'Streifen darstellen lassen.Ausserdem werden die funktionellen R E T Z I U S'Streifen bei verschiedenen Richtungen des Schliffs unterschiedlich stark erkennbar sein.So wäre evtl.zu erklären,dass ein Zahn mit ausgeprägten Perikymatien keine erkennbaren R E T Z I U S'Streifen auf dem Längsschliff aufzuweisen hat.Es wäre daher notwendig, vergleichende Untersuchungen mit Polarisationsmikroskop und Replica-Technik an ein und demselben Zahn zu machen,um jegliche Fehlerquelle damit ausschliessen zu können,und um die Grenzen der beiden Methoden aufzuzeigen.

Zusammenhänge zwischen Anzahl der Perikymatien,Kronenlänge und Mineralisationszeit der Krone.

Durch Zählen der Perikymatien und Messen der Kronenlänge sollte festgestellt werden,ob zwischen der Anzahl der Perikymatien und Kronenlänge ein bestimmtes Verhältnis besteht.Aus dem sich daraus ergebenden Durchschnittswert für die Anzahl der Perikymatien/mm und der durchschnittlichen Mineralisationszeit der Krone sollte der Entstehungsrhythmus für eine Perikymatie errechnet werden.Ferner sollte geprüft werden,ob dieser Rhythmus von der Mineralisationsdauer der Krone bestimmt wird.

Die Tabellen I-IV zeigen nun,dass mit länger werdender Krone die Anzahl der Perikymatien steigt,dass aber zwischen

Länge und Anzahl kein konstantes Verhältnis erkennbar ist. Die aus Tabelle IV ersichtlichen Durchschnittswerte der Anzahl der Perikymatien/mm fallen vielmehr vom Eckzahn bis zum 2.Molaren ab.Lediglich der 3.Molar macht dabei eine Ausnahme.Die starke Streuung der Einzelwerte kann teils mit der verschiedenen Kronenlänge,teils mit individuellen Abweichungen erklärt werden,welche sich hauptsächlich am Zahnhals durch unterschiedliche Dichte der Perikymatien bemerkbar machten,wodurch die Gesamtzahl ganz erheblichen Schwankungen ausgesetzt war.Die hier angeführten Zahlenwerte könnten durch Untersuchungen an einem weitaus umfangreicheren Zahnmaterial untermauert werden.Es erscheint aber fraglich,ob dadurch die hier erkennbaren Differenzen eingeschränkt werden.Vielmehr zeigt dieses Material bereits,dass individuell erhebliche Unterschiede vorhanden sein müssen,die sich auf die Mineralisationszeit,auf Form und Abstand der Perikymatien und möglicherweise auf die Relation beider genannter Faktoren beziehen.

Aus der Tabelle V sind keine Zusammenhänge zwischen der Dauer der Kronenmineralisation und der Anzahl der in einem Jahr entstehenden Perikymatien zu erkennen. Ferner ist daraus ersichtlich,dass keine etwa für alle Zahngruppen geltende ,einheitliche Entwicklungszeit für eine Perikymatie zu bestehen scheint.Zwischen den beiden Extremen,dem Eckzahn und dem 3.Molaren,ist vielmehr bei gleichzeitigem Abfall des Mineralisationszuwachses pro Jahr ein ständiger,wenn auch nicht gleichmässiger Anstieg der Entwicklungszeiten für eine Perikymatie festzustellen.Diese Ergebnisse sprechen damit indirekt gegen die bisher vorherrschende Auffassung,dass die Perikymatien wie auch die R E T Z I U S'Streifen der morphologi-

sche Ausdruck für rhythmisch variierende Mineralisation des Schmelzes seien.Als wahrscheinlicher muss angenommen werden,dass beide Erscheinungen im normalen Zahnschmelz auf stets vorhandene,individuell aber unterschiedlich ausgeprägte Struktureigenheiten zurückzuführen sind,die mit gewisser Regelmässigkeit bei der Schmelzentwicklung vorhanden sind.

VI. Zusammenfassung.

Untersucht wurde das Oberflächenrelief der Krone, speziell der Perikymatien und deren Zusammenhänge mit den R E T - Z I U S'Streifen, ferner das Verhältnis zwischen der Gesamtzahl der Perikymatien, der Kronenlänge und Mineralisationszeit der Krone. Die Untersuchungen wurden mit der Replica-Technik an 12 Eckzähnen, 28 Praemolaren und 24 Molaren durchgeführt.

Ergebnisse:

1. Die Perikymatien des Zahnhalses sind glatt, dichtgelagert und dachziegelartig angeordnet.
2. Im okklusalen Drittel dominiert die Wabenstruktur der Oberfläche, die Perikymatien erscheinen weniger dicht und mehr wellenförmig.
3. Im mittleren Drittel der Zahnkrone erfolgt ein allmählicher Übergang der beiden oben genannten Formen.
4. Die unter 1-3 beschriebene, unterschiedliche Oberflächenstruktur der einzelnen Kronenabschnitte dürfte auf die unregelmässige Verteilung der N A S M Y T H'schen Membran zurückzuführen sein.
5. Die Perikymatien sind die äussere Manifestation der R E T Z I U S'Streifen, wobei letztere bei ausgeprägten Perikymatien nicht ebenso deutlich darstellbar sein müssen.
6. Zwischen Gesamtzahl der Perikymatien und Kronenlänge besteht kein festes Verhältnis. Die durchschnittliche Anzahl der Perikymatien/mm schwankt vielmehr zwischen 15,8/mm bei den Eckzähnen und 13,5/mm bei den 2. Molaren.
7. Die Mineralisationsdauer der Krone hat keinen Einfluss auf die Entstehungszeit einer Perikymatie.

8. Die Perikymatien verschiedener Zähne und Zahngruppen weisen keinen gemeinsamen, zeitlichen Entstehungsrhythmus auf. Es ist vielmehr ein beständiger Anstieg der Entstehungszeit vom Eckzahn zum 3. Molaren festzustellen (11,4 - 26,0 Tage).

VII. Literaturverzeichnis.

G U S T A F S O N,A.G. — A Morphologic Investigation of certain Variations in the Structure and Mineralization of Human Dental Enamel. Odont.Tskr.67,361 (1959).

H E U S E R,H. — Die Struktur des menschlichen Zahnschmelzes im oberflächenhistologischen Bild(Replica-Technik). Arch.oral Biol.4,50 (1961).

H E U S E R,H. / P A N T K E,H. — Oberflächenhistologische Untersuchungen an jungsteinzeitlichen Zähnen. Stoma 14,25 (1961).

M A N N E R B E R G,F. — Appearence of Tooth Surfaces. Odont.Revy II,Suppl.6 (1960).

M E Y E R,W. — Normale Histologie und Entwicklungsgeschichte der Zähne des Menschen. München 1951,Carl Hanser Verlag S.13,218.

P A N T K E,H. — Das Zahnschmelzoberhäutchen im oberflächenhistologischen Bild. Stoma 12,59 (1959).

P E D E R S E N,P.O. / S C O T T,D.B. — Replica Studies of the Surfaces of Teeth from Alaska Eskimo, West Greenland Natives and American Whites. Acta odont.scand.9,262 (1951).

P I C K E R I L L,H.P. — Prevention of Dental Caries and Oral Sepsis. London 1923,Bailliere,Tindall and Cox.S.61.

P R E I S W E R K,G. — Lehrbuch und Atlas der Zahnheilkunde. München 1908,J.F.Lehmann,S.68.

S C H M I D T,W.J. / K E I L,A. — Die gesunden und die erkrankten Zahngewebe des Menschen und der Wirbeltiere im Polarisationsmikroskop. München 1958,Carl Hanser,S.232.

S C O T T,D.B. — Microskopic Studies of Dental Tissues.II.Optical Microskopy of Tooth Surfaces. Oral Surg.5,638 (1952).

W O L F,J. — Plastische Histologie der Zahngewebe. Deutsche Zahn-,Mund-,und Kieferheilkunde 7,265 (1940).

Zum Schluss dieser Arbeit erlaube ich mir, Herrn Prof.Dr.A.Kröncke für die Überlassung des Themas und für seine Anleitungen zu dieser Arbeit meinen herzlichen Dank auszusprechen.

Lebenslauf.

Am 15.September 1938 wurde ich als Sohn des jetzigen Zollrats Hermann Lauer und seiner Frau Liselotte,geb. Graf in Radolfzell geboren.Nach 4 Jahren Volksschule trat ich im September 1948 in das Gymnasium Radolfzell ein,das ich nach bestandener Reifeprüfung im März 1958 verliess.Das gesamte Studium der Zahnheilkunde,das ich am 28.4.1958 begann,absolvierte ich in Tübingen.Nach 5 vorklinischen Semestern bestand ich im Oktober 1960 die Zahnärztliche Vorprüfung,schloss mein Studium nach 6 klinischen Semestern mit dem Staatsexamen ab und erhielt am 18.11.1963 die Approbation als Zahnarzt.